

Для снижения потерь мощности требуется наличие аппарата воздушного охлаждения газа, однако геометрические параметры АВО газа так же ограничены требованиями компактного размещения. Размер газоохладителя не должен превышать 2,5 метров в ширину, что соответствует ширине контейнера и 4 метров в длину, так как на одном контейнере должно размещаться до трёх газоохладителей (для 2х или 3х ступенчатого охлаждения).

Две основные выявленные проблемы в разработке конструкции мобильной газоперекачивающей станции, а именно нахождение высокооборотного электродвигателя соответствующего требуемым параметрам, а так же проектирование компактного и эффективного АВО газа, являются критическими и их решение играет первостепенную роль.

Введение в газоперекачивающую промышленность разрабатываемого газоперекачивающего агрегата позволит значительно снизить потери природного газа при ремонтах магистральных газопроводов, и соответственно выбросы газа в атмосферу.

Список использованных источников

1. Ревзин, Б. С. Газотурбинные установки с нагнетателями для транспорта газа: справочное пособие / Б. С. Ревзин, И. Д. Ларионов. М. : Недра, 1991. 303 с.

УДК 621.438.082.2

Созонов Е. П., Блинов В. Л., Комаров О. В.
Уральский федеральный университет
vithomukyn@mail.ru

ПАРАМЕТРИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА ГАЗОТУРБИННЫХ УСТАНОВОК В УСЛОВИЯХ ЭКСПЛУАТАЦИИ НА КОМПРЕССОРНЫХ СТАНЦИЯХ ОТЕЧЕСТВЕННОГО ГАЗОПРОВОДА

Аннотация. Цель проведенного исследования заключается в разработке методики параметрической диагностики газотурбинных установок в условиях эксплуатации на компрессорных станциях по штатно-измеряемым параметрам. Внедрение подобной методики позволит повысить энергетическую эффективность газотранспортной отрасли. В работе представлены результаты сравнения эффективной мощности установок различного типа, рассчитанной на основании предложенной методики, с мощностью, полученной по данным натурных испытаний.

Одним из важнейших элементов топливно-энергетического комплекса Российской Федерации является транспорт природного газа. На компрессорных станциях отечественных магистральных газопроводов наибольшее распространение в качестве привода центробежного нагнетателя природного газа получили

газотурбинные установки (ГТУ). На протяжении нескольких десятков лет большое внимание уделяется вопросам экспериментальных исследований отдельных основных узлов и ГТУ в целом, как на стендах завода-изготовителя, так и в условиях эксплуатации [1, 2]. В настоящее время одним из ключевых вопросов эксплуатации компрессорных станций линейных газопроводов является оценка технического состояния газотурбинных установок для проведения своевременных мероприятий по обслуживанию и ремонту. Техническое состояние ГТУ определяется на основании сравнения фактических параметров, получаемых в процессе эксплуатации, с их базовыми значениями. Наиболее часто для сравнения используют эффективные мощность и КПД установки.

На сегодняшний день разработан ряд методик диагностирования ГТУ в условиях эксплуатации по термогазодинамическим параметрам. Оценка технического состояния ГТУ в таких случаях затрудняется ограниченным количеством штатно-измеряемых параметров, которые могут быть использованы для диагностики. В результате требуется установка дополнительной измерительной аппаратуры, что усложняет и удорожает процесс оценки технического состояния ГТУ. Для решения этой задачи необходимо разрабатывать новые модели диагностирования по меньшему количеству измеряемых параметров и при этом стремиться к полной автоматизации процесса сбора параметрической информации.

Алгоритм реализации предлагаемой системы параметрической диагностики газотурбинной установки по термогазодинамическим параметрам [3], опирающийся исключительно на показатели штатно-измерительной аппаратуры, включает в себя два этапа:

1. Разработка математической модели газотурбинной установки. На данном этапе проводится детальный тепловой и газодинамический расчеты ключевых узлов ГТУ – осевого компрессора, камеры сгорания, турбины. Расчеты направлены на определение основных параметров рабочих тел ГТУ на номинальном режиме работы установки.

2. Подробный газодинамический расчет ступеней свободной силовой турбины на переменных режимах работы установки по штатно-измеряемым параметрам. Цель данного этапа сводится к определению работы расширения и расхода продуктов сгорания через турбину с применением газодинамических функций. Расчеты проводятся с использованием штатно-измеряемых параметров работы установки на компрессорной станции при конкретном режиме эксплуатации ГТУ и параметров потока на номинальном режиме, полученных на предыдущем этапе решения математической модели. Исходя из рассчитанных данных, определяется мощность, приходящаяся на свободную силовую турбину установки. Таким образом, расчет вырабатываемой мощности ГТУ согласно разработанной математической модели проводится без определения мощности, потребляемой центробежным нагнетателем природного газа (ЦБН).

Предлагаемая система параметрической диагностики была апробирована на пяти типах ГТУ различной мощности (10, 12, 16 и 25 МВт) и концепции проектирования: стационарные установки, авиационные и судовые конвертированные двигатели; двух и трехвальные установки. Это ГТУ типа ГТК-10-4, ГТН-16,

ПС-90-ГП1 и ГП2, ДН-80. Проведено сравнение результатов расчетов по разработанной методике с результатами испытаний на компрессорных станциях, когда мощность и КПД ГТУ определялась через мощность приводимого агрегата. В качестве примера на рис. 1 представлено сопоставление данных по ГТУ типа ГТК-10-4.

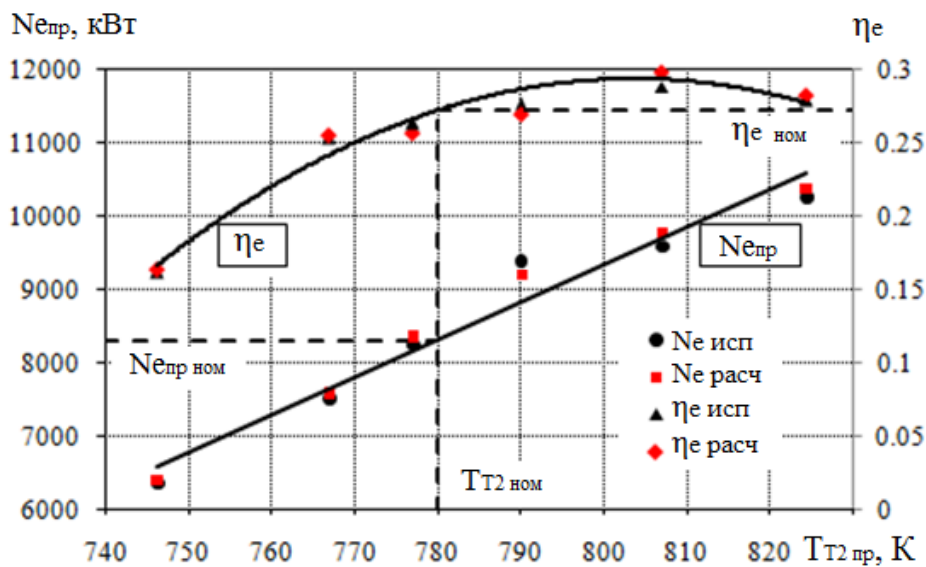


Рис. 1. Результаты испытаний ГТУ типа ГТК-10-4

На рис. 2 представлены погрешности в определении мощности по разработанной методике на основании проведенных испытаний газотурбинных установок различного типа. В целом, по 85 % исследованных режимов работы данных ГТУ получена погрешность, не превышающая 2 %. Максимальные погрешности относятся к обработке данных испытаний установки типа ГТК-10-4, которые не превышают уровень 3 - 4 %. Стоит отметить, что на точность расчета мощности влияет качество проведенных замеров параметров газа до и после турбины высокого давления. Кроме того, сравнение ведется по мощности, которую потребляет ЦБН. Поэтому представленные на рисунке погрешности во многом зависят от точности проведенных испытаний.

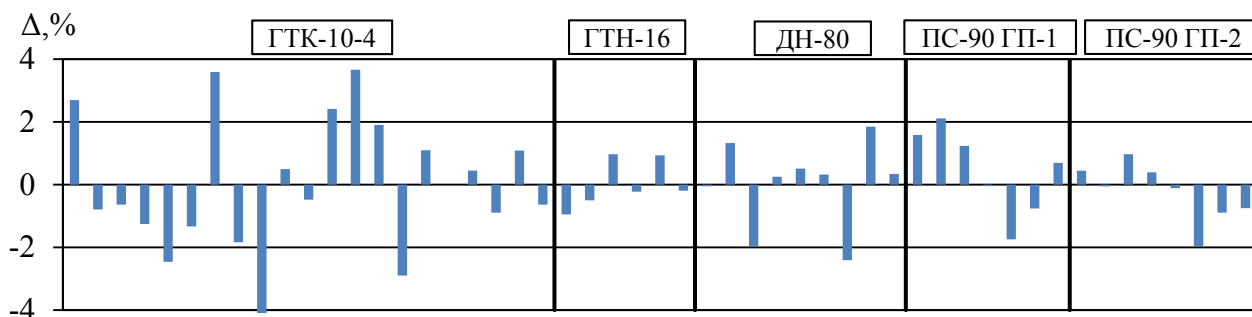


Рис. 2. Сравнение результатов расчета и данных испытаний

На основании представленных данных можно сделать вывод, что разработанная методика параметрической диагностики ГТУ в условиях эксплуатации позволяет с приемлемой точностью определять эффективную мощность и КПД установки. При этом важным вопросом является правильное определение газодинамических параметров турбин высокого и низкого давления на начальном этапе построения модели. Для получения более подробных данных по качеству

разработанных моделей необходимо провести серию дополнительных испытаний ГТУ. Стоит подчеркнуть, что, исходя из уже имеющихся данных, можно с достаточной точностью осуществлять оценку проведенного ремонта газотурбинных установок на основании сравнения относительных эффективных мощности и КПД ГТУ до и после ремонта.

Реализация предложенной методики ГТУ позволит своевременно осуществлять мероприятия по обслуживанию и ремонту основных элементов установки. Правильное определение приоритета загрузки, а также вывода того или иного оборудования в ремонт имеет определяющее значение для повышения энергетической эффективности газотранспортного производства.

Список использованных источников

1. Ольховский Г. Г. Тепловые испытания стационарных газотурбинных установок / Г. Г. Ольховский. М. : Энергия, 1971. 408 с.
2. Галиуллин З. Т. Современные газотранспортные системы и технологии / З. Т. Галиуллин, С. Ю. Сальников, В. А. Щуровский; под ред. В. А. Щуровского. М. : Газпром ВНИИГАЗ, 2014. 346 с.
3. Komarov O. V. Parametrical diagnostics of gas turbine performance on side at gas pumping plants based on standard measurements / O. V. Komarov, V. L. Blinov, V. A. Sedunin, A. V. Skorokhodov // ASME Turbo Expo 2014: Turbine Technical Conference and Exposition, GT 2014; Dusseldorf, Germany; 16 June 2014 through 20 June 2014. Vol. 3B. 2014. GT2014-25392. P. 1-8.

УДК 624.9

Сысоев С. В., Хомяков Р. А., Чернышова Б. А., Шелюг С. Н.
Уральский федеральный университет
mrak545@mail.ru

ВЛИЯНИЕ УЧЁТА ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ СОПРОТИВЛЕНИЙ НА ОЦЕНКУ ВЕЛИЧИНЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПОТЕРЬ В СЕТЯХ НАПРЯЖЕНИЕМ 0,4 кВ

Аннотация. Как известно одним из показателей, характеризующих энергоэффективность электрических сетей, является величина потерь мощности и электрической энергии. В представленной работе проанализировано влияние дополнительных сопротивлений, обусловленных коммутационными аппаратами, измерительными трансформаторами и контактными соединениями, на результаты расчёта потерь мощности и энергии в сетях напряжением 0,4 кВ. Предложена методика повышения точности расчета технологических потерь электроэнергии и оценки вклада дополнительных коммутационных, измерительных и соединительных элементов в их величину. Применение метода позволит точнее разработать мероприятия по повышению эффективности передачи и распределения электрической энергии в сети 0,4 кВ.